

## 운동부하심전도검사를 이용한 관동맥질환의 중증도평가

경북대학교 의과대학 내과학교실

황진용 · 강승완 · 우언조 · 채성철 · 전재은 · 박의현

계명대학교 의과대학 내과학교실

김 기 식 · 김 권 배

= Abstract =

### Evaluation of Severity of Coronary Artery Disease by Exercise Electrocardiographic Test

Jin Yong Hwang, M.D., Sung Wan Kwang, M.D., Eon Jo Woo, M.D.,  
Shung Chull Chae, M.D., Jae Eun Jun, M.D. and Wee Hyun Park, M.D.

*Department of Internal Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University,  
Taegu, Korea*

Kee Sik Kim, M.D. and Kwon Bae Kim, M.D.

*Department of Internal Medicine, School of Medicine, Keimyung University,  
Taegu, Korea*

Exercise-induced ischemic ST responses were analyzed in 36 patients who presented with chest pain and had exercise test and the results were compared with their coronary angiographic findings. Among 36 exercise test positives, the incidences of one-, two- and three vessel disease, and left main disease were 25% (9 cases), 30% (11 cases), 25% (9 cases) and 9% (3 cases), respectively.

The incidence of multivessel disease(i.e., two- to three vessel disease or left main disease) in patients with ST depression  $\geq 2.0$ mm was 72% and that in those with ST depression of 1.0-1.9mm was 45%. In patients with downsloping ST depression, the incidence of multivessel disease was significantly higher than that of one vessel disease(86% vs 14%,  $p < 0.001$ ). But both incidences of one vessel disease and multivessel disease were similar in patients with flat and slowly upsloping ST depression. More than two thirds of patients with ischemic ST depression appearing in the first 6 minutes of exercise or those lasting past 7 minutes in recovery were associated with multivessel disease.

It is concluded that attention to depth, type, appearance time and duration of ST depression during exercise test is particularly helpful in detecting patients with advanced coronary disease.

KEY WORDS : Exercise ECG test · Coronary angiogram.

## 서 론

관동맥질환에서 심근경색이나 급사와 같은 주요 합병증의 발생위험은 대체로 질환의 중증도와 비례하기 때문에 관동맥질환 환자를 관리함에 있어 무엇보다도 중요한 것의 하나는 이러한 위험이 높은 환자를 색출하여 적절하게 치료하는 것이라 할 수 있다. 관동맥질환의 중증도를 평가하고 아울러 주요 합병증의 발생을 예측하는데 가장 널리 이용되는 검사는 선택적 관동맥조영술이지만 이는 가격이 비싸고 또 관혈적 검사이어서 불편할 뿐 아니라 위험도 있어 반복검사가 어려운 단점이 있다. 한편, 운동부하심전도검사는 비관혈적이고 시행이 용이하여 관동맥질환을 진단하는데 가장 흔히 그리고 오래전부터 이용되어 왔고, 더우기 최근에는 검사기기의 개발과 더불어 운동부하에 따른 혈압, 심박수, ST절변화, 운동시간등을 관찰함으로써 관동맥질환의 중증도와 예후를 평가하는데도 점차 이용되고 있다<sup>1-6)</sup>. 그러나 운동에 따른 심전도의 ST절변화와 관동맥질환의 중증도평가에 관해 표준화된 것이 없고 또 국내에는 이 방면에 관한 보고가 없는 실정이다.

저자는 운동부하심전도검사상 양성자 36례의 운동에 따른 ST절반응을 분석해서 관동맥조영소견과 비교 검토한 성적을 보고하는 바이다.

## 대상 및 방법

관찰대상은 관동맥질환을 의심케하는 흉통을 주소로 내원한 환자중 답차운동부하 심전도검사상 양성이고 아울러 관동맥조영술을 시행했던 36례로 하였으며 이들중 남자는 24례, 여자는 12례였다. 전례 모두에서 운동부하검사전에 여타의 약물을 복용한 병력이 없었고 또한 안정시 심전도상 검사의 판정에 영향을 미칠 소견<sup>7)</sup>이 있는 예는 배제되었다.

운동부하는 modified Bruce protocol<sup>8)</sup>에 따랐으며 운동은 심박수가 최소한 최대 기대치의 85% 이상 상승하거나, 2mm 이상의 ST절하강이 출현한 경우 혹은 심한 흉통을 호소할 때 중지시켰다. 심전도는 12유도 모두 기록하였는데 운동전에는

앙와위 및 기립위에서, 운동중에는 시작후 매 3분마다, 그리고 회복기 동안에는 운동중지후 1분부터 매 2분 간격으로 9분까지 각각 기록하였으며 아울러 기기에 내장된 컴퓨터를 이용하여 상기한 전 관찰기간동안 매 1분마다의 12유도 심전도를 함께 기록하였다. 한편 관동맥조영술은 Judkins 방법으로 시행하였으며 혈관조영도상 관동맥내경이 최소한 50% 이상 좁혀진 경우를 관동맥질환으로 간주하였고 중증도는 협착된 혈관의 개수에 따라 단일혈관질환(이하 1VD라 함), 이혈관질환(이하 2VD라 함) 및 세혈관질환(이하 3VD라 함)으로 나누었다.

본 연구에서는 운동에 따른 ST절반응을 다음과 같이 분석해서 관찰하였다.

1) 하강형 : ST절의 하강모양에 따라 수평형(flat), 하행형(downsloping) 및 상행형(upsloping)의 3형으로 나누어 관찰했으며 두가지 이상의 파형이 나타나면 특징이 강한 쪽으로 분류하였음.

2) 하강치 : 하강한 ST절의 기저선(PR절)으로부터의 깊이로서 심전도의 J점후방 0.08초에서 측정하였으며 여러 유도중 하강이 가장 큰 곳에서 구했음.

3) 허혈출현시간 : 운동시작후 유의한 ST절하강(즉 양성반응)이 최초로 나타난 시간.

4) 허혈지속시간 : 운동중지후 하강했던 ST절의 깊이가 양성반응치 이하로 회복되기까지의 시간.

한편, 본 관찰에서 운동심전도검사의 판정상 양성반응 즉 유의한 ST절하강이라 함은 하강치가 수평형이나 하행형일 경우에는 1mm이상, 그리고 상행형인 경우는 1.5mm이상일 때로 하였다<sup>7,9)</sup>.

## 성 적

운동심전도검사에 양성이었다던 36례중 관동맥조영상 1VD는 9례(25%), 2VD는 11례(30%), 3VD는 9례(25%) 그리고 좌주관동맥질환(이하 LMD라 함)은 3례(9%)였으며 나머지 4례에서는 정상소견을 보여 위양성률은 11%였다.

ST절하강치와 관동맥질환의 빈도 및 중증도와와의 관계는 표 1에서와 같다. 즉, ST절하강이 2.0mm 이상인 25례중 관동맥조영소견이 정상이었다던 예는

**Table 1.** Relation between depth of ST depression and severity of coronary disease

Depth	No. of diseased vessels				
	None	1VD	2VD	3VD	LMD
≥2.0mm (n=25)	3(12%)	4(16%)	8(32%)	7(28%)	3(12%)
1.0-1.9mm (n=11)	1(9%)	5(45%)	3(27%)	2(18%)	—

VD : vessel disease, LMD : left main disease.

**Table 2.** Relation between type of ST depression and severity of coronary disease

Type	No. of diseased vessels				
	None	1VD	2VD	3VD	LMD
Flat (n=19)	3(16%)	6(32%)	5(26%)	5(26%)	—
Downsloping (n=14)	—	2(14%)	5(36%)	4(29%)	3(21%)
Upsloping (n=3)	1(33%)	1(33%)	1(33%)	—	—

Abbreviations see table 1.

**Table 3.** Relation between appearance time of ischemic ST depression and severity of coronary disease

Stage of onset	No. of diseased vessels				
	None	1VD	2VD	3VD	LMD
I(n=9)	2(22%)	1(11%)	2(22%)	2(22%)	2(22%)
II(n=11)	—	3(27%)	4(36%)	3(27%)	1(9%)
III(n=11)	—	3(60%)	1(20%)	1(20%)	—
IV(n=6)	2(33%)	1(17%)	2(33%)	1(17%)	—
V(n=5)	—	1(20%)	2(40%)	2(40%)	—

Abbreviations see table 1.

3(12%)레였고, 1VD 및 2VD 이상의 다혈관질환 각각의 빈도는 16%(4례) 및 72%(18례)로 2VD 이상의 다혈관질환이 1VD에 비해 유의하게 빈번하였다( $P<0.001$ ). 하강치가 1.0~1.9mm인 11례에서는 1례(9%)가 위양성이었고 질환별 빈도는 1VD가 45%(5례)로 가장 높았으며 2VD 및 3VD 각각의 빈도는 27%(3례) 및 18%(2례)였다. ST 절하강이 2.0mm 이상인 경우와 그 미만인 두군에서 다혈관질환의 빈도는 각각 72% 및 45%로 ST절하강이 심할수록 더 빈번했다.

ST절하강 모양과 관동맥질환의 빈도 및 중증도에 관한 성적은 표 2와 같다. 하강형 각각의 빈도는 전례 36례중 수평형을 보인 예는 19례(53%), 하행형은 14례(39%) 그리고 상행형은 3례(8%)였

다. 하행형 ST절하강을 보인 예중 2VD 이상의 다혈관질환의 빈도는 86%로 1VD의 14%보다 유의하게 높았다( $P<0.001$ ). 반면 수평형 및 상행형 하강을 보인 경우는 위양성의 빈도가 각각 16% 및 33%였고 개개 혈관질환의 빈도는 두형 모두에서 서로 비슷하였다.

허혈출현시간과 관동맥질환의 중증도에 대해서는 표 3에서와 같이 허혈성 ST절하강이 운동시작후 6분(Stage II)내에 나타난 20례 가운데 14례(70%)는 2VD이상의 중증의 다혈관질환이어서 운동시작후 초기(6분)에 허혈성 ST절하강을 보인 예에서는 1VD의 빈도에 비해 다혈관질환의 빈도가 유의하게 높았다(20%, vs 70%,  $P<0.001$ ). 그러나 2VD 내지 3VD를 가진 환자의 상당수가 허혈반

**Table 4.** Relation between duration of ischemic ST depression in recovery period and severity of coronary disease

Duration of recovery	No. of diseased vessels				
	None	1VD	2VD	3VD	LMD
<3min (n=6)	1(17%)	4(67%)	1(17%)	—	—
3-7min (n=14)	1(7%)	2(14%)	6(43%)	4(29%)	1(7%)
>7min (n=16)	2(13%)	3(19%)	4(25%)	5(31%)	2(13%)
			(69%)		

Abbreviations see table 1.

응없이 운동시작후 9분(Stage III) 이후까지 운동할 수 있었다(11례중 7례, 64%).

운동중지후 허혈지속시간과 관동맥질환의 중증도에 대한 성적은 표 4와 같다. 허혈성 ST절하강이 운동중지후 3분내에 소실된 예는 6례였으며 이중 4례(67%)가 1VD였다. 반면에 허혈반응이 7분이상 지속된 예는 16례였으며 이중 5례는 정상(2례)이거나 1VD(3례)였고 나머지 모두(16례중 11례, 69%)는 다혈관질환이어서 허혈시간이 7분이상 지속된 경우에는 다혈관질환의 빈도가 1VD의 그것보다 유의하게 높았다( $P<0.01$ ).

## 고 찰

운동부하심전도검사로 관동맥질환을 진단하고 또 중증도를 평가하는데는 운동시 흉통의 유무<sup>10, 11</sup>, 심박수와 혈압의 반응<sup>11-15</sup>, R파 크기의 변화<sup>16</sup>, 운동시간<sup>17</sup>, 운동으로 유발된 심잡음, 3심음 및 부정맥의 유무<sup>18</sup> 등과 더불어 ST절의 반응<sup>2,6,19, 20</sup>이 가장 중요한 요소이다. 본 고찰에서는 운동으로 유발되는 ST절변화 가운데 ST하강의 깊이, 모양, 출현시간 및 운동중지후 지속시간과 관동맥질환의 중증도에 관해 주로 논의하고자 한다.

저자의 성적에서 운동심전도검사의 위양성률은 11%(4/30)였으며 ST절하강이 2.0mm이상인 예에서는 2.0mm미만인 예에서 보다 2VD 이상의 중증의 다혈관질환의 빈도가 더 높았다(72% vs 45%). 이러한 성적은 Bartel<sup>21</sup> 등이 운동심전도검사 양성자 133례중 11례(8%)에서 위양성이었고 2VD 이상의 중증 다혈관질환의 빈도는 ST절 깊이가 2.0mm이상인 군에서 85%였는데 하강치가 1.0~1.9

mm군에서는 77%로 낮았다는 성적과 대체로 일치한다. 또 저자의 관찰에서는 ST절하강이 2.0mm 이상인 예에서는 1VD보다 2VD 이상의 다혈관질환의 빈도가 유의하게 높았으며(16% vs 72%) 반면에 ST절 깊이가 1.0~1.9mm인 군에서는 1VD와 다혈관질환의 빈도는 다같이 45%로 같았다. Glasser<sup>22</sup>가 이 방면에 관한 여러 성적을 요약한 보고에서도 ST절이 2.0mm이상 하강한 군에서는 다혈관질환의 빈도(85%)가 1VD의 그것(17%)보다 높았다고 한다. Nahormek<sup>22</sup> 등도 운동심전도 검사시 2VD 및 3VD의 빈도는 ST절하강이 1mm인 예에서는 61%였는데 반해 4mm인 경우에는 100%였다고 한다. 저자 및 이상의 여러 성적<sup>2,21,22</sup>) 그리고 운동심전도검사 양성자를 장기간(4년) 추적관찰하였던 바 ST절하강이 클수록(>2mm) 생존율이 더 불량하였다는 Weiner<sup>23</sup>) 등의 성적을 종합하면 운동심전도검사로 관동맥질환의 중증도와 예후를 평가하는데 도움이 될 것으로 생각되는 최소의 ST절하강치는 2.0mm이상일 때 가능하다고 할 수 있겠다.

운동심전도 검사시 ST절의 하강모양을 면밀히 관찰하면 관동맥질환의 진단율을 높일 뿐아니라 그것의 중증도나 예후를 평가하는데도 도움이 된다고 한다<sup>1,2,7,16</sup>). 운동으로 유발되는 ST절 하강모양은 크게 3형 즉 하행형, 수평형 및 상행형으로 분류할 수 있는데 이들 세 ST절하강형과 관동맥질환의 예후 및 중증도에 관한 몇 보고자의 성적을 요약하면 다음과 같다. 즉, 운동심전도검사 양성자를 장기간 추적관찰한 보고에 의하면 하행형 ST절하강을 보였던 환자군에서는 수평형이거나 상행형이었던 환자군에서 보다 생존율이 뚜렷하게

낮았다고 한다<sup>23,24)</sup>. 또 Goldschlager 등<sup>6)</sup>은 410례의 운동심전도검사 성적과 관동맥조영소견을 비교 검토하였던 바 ST하강이 하행형일 경우에는 다혈관질환(2VD, 3VD 및 LMD)의 빈도가 1VD의 그것보다 유의하게 높아(90% vs 9%) 중증도를 평가하는데 도움이 되었는데 반해 나머지 두 형의 ST절하강을 보였던 경우에는 그러하지 않았다고 한다. 그리고 하강형에 따른 위양성율은 하행형에서 가장 낮았으며 수평형과 상행형에서는 상대적으로 높았다고 한다(0.8%, 15% 및 32%). 저자의 성적에서도 하행형 ST절하강을 보였던 예에서는 2VD, 3VD 및 LMD와 같은 다혈관질환의 빈도는 1VD의 그것보다 유의하게 높았고(86% vs 14%) 또 위양성반응을 보인 예는 한 예도 없었다. 반면에 수평형 ST하강을 보였던 예에서 1VD, 2VD 및 3VD의 빈도는 각각 32%, 26% 및 26%로 서로 비슷하여 중증도를 예측하는데 큰 도움이 되지 않았고 위양성율 또한 16%로 높았다. 한편 저자의 관찰에서 상행형 ST하강을 보인 3례의 관동맥조영소견은 정상이 1례, 1VD 및 2VD가 각 1례여서 어떤 의의를 부여하기에는 예수가 너무 적었다. 이상과 같은 저자 및 다른 여러 보고자<sup>6,23,25)</sup>의 성적을 종합하면 적어도 하행형의 ST절하강은 다른 두 형보다 관동맥질환의 중증도를 예측하는데 큰 도움이 된다고 할 수 있겠다.

운동심전도검사로 관동맥질환의 예후와 아울러 중증도를 예측하는데 도움이 되는 또 하나의 지표로는 허혈반응의 출현시간 및 지속시간을 들고 있다<sup>2,23)</sup>. McNeer 등<sup>26)</sup>에 의하면 허혈성 ST절하강이 운동시작후 첫 6분(Bruce stage II)내에 나타난 예의 97%가 관동맥질환을 갖고 있었으며 그들중 중증 질환인 3VD 및 LMD의 빈도는 각각 51% 및 24%나 되었다고 한다. 한편, 허혈성 ST하강의 지속시간과 질환의 중증도와 관계를 검토한 Goldschlager 등<sup>6)</sup>의 성적에 의하면 허혈반응이 운동중지후 9분이상 지속된 예에서는 1VD는 5%였는데 반해 2VD 및 3VD와 같은 다혈관질환의 빈도는 90%였다고 하며 또한 ST절하강이 운동중지후 1분 이내 소실된 예에서도 1VD, 2VD 및 3VD 각각의 빈도는 21%, 18% 및 40%나 되었다고 한다. 본 연구에서도 예측한대로 허혈성 ST절하강이 운동시작후 6분내 나타난 예 가운데 1VD는

10%였는데 반해 2VD 이상의 다혈관질환은 70%로 매우 많았고 또 ST절하강이 7분이상 지속된 예에서는 1VD보다 다혈관질환의 빈도가 유의하게 높았다(9% vs 69%). 이러한 성적은 허혈성 변화가 운동시작후 초기에 나타날수록 그리고 운동중지후 오래 지속될수록 관동맥질환의 정도가 더 심하다는 종래의 개념을 뒷받침한다고 할 수 있겠다. 그러나 2VD나 3VD와 같은 다혈관질환을 가진 환자의 상당수가 허혈을 일으키지 않고도 오랫동안(Bruce stage III 이후) 운동할 수 있고 또 운동중지후 1~3분안에 ST절하강이 소실된 예가운데도 다혈관질환자가 있을 수 있다는 점을 명심하여야 하겠다.

## 요 약

흉통을 주소로 내원하여 답차운동부하심전도검사를 시행했던 환자중 양성반응자 36례의 허혈성 ST절반응을 분석하여 관동맥조영소견과 비교 검토한 성적은 다음과 같다.

운동심전도검사 양성자 36례에서 관동맥조영상 정상은 4례(11%), 단일혈관질환은 9례(25%), 이혈관질환은 11례(30%), 세혈관질환은 9례(25%), 그리고 좌주관동맥질환은 3례(9%)였다. ST절하강이 2mm 이상인 예와 그 미만인 예 각각에서 이혈관질환 이상의 다혈관질환의 빈도는 72% 및 45%로 하강의 정도와 관동맥조영상 질환의 중증도는 비례하였다. 세가지 하강형중에서 하행형 ST절하강을 보인 예에서는 단일혈관에 비해 다혈관질환의 빈도가 14% 및 86%로 유의하게 높았으나 수평형이나 상행형인 예에서는 그러하지 않았다. 한편, 허혈성 ST하강이 운동시작후 6분내에 출현하거나 또는 그것이 운동중지후 7분이후까지 지속된 예에서 다혈관질환의 빈도는 70%였다. 이상의 성적으로 보아 운동심전도검사시 ST절하강의 깊이, 모양, 출현시간 및 지속시간을 면밀히 관찰하면 관동맥질환의 중증도를 평가하는데 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

## References

- 1) Sheffield LT : Exercise stress testing, In Heart Di-

- sease. Braunwald E, 3rd Ed. Philadelphia, WB Saunders Co p223, 1988
- 2) Glasser SP : *Exercise-induced ST segment alterations. Cardiol Clinics* 2 : 337, 1984
- 3) Margolis JR : *treadmill stage as a predictor of medical and surgical survival in coronary disease*(abstract). *Circulation* 51, 52(suppl. 11) : 109, 1975
- 4) Doyle JT and Kinch SH : *The prognosis of an abnormal electrocardiographic stress test. Circulation* 41 : 545, 1970
- 5) Tubau JF, Chaitman BR, Bourassa MG and Waters DD : *Detection of multivessel coronary disease after myocardial infarction using exercise stress testing and multiple ECG lead systems. Circulation* 61 : 44, 1980
- 6) Goldschlager N, Selzer A and Cohn K : *Treadmill stress test as indicators of presence and severity of coronary artery disease. Ann Intern Med* 85 : 277, 1976
- 7) Edward KC : *Indications for the exercise ECG test. In Exercise Electrocardiography : Practical approach. Edward KC 2nd Ed. Baltimore/London, Williams and wilkins Co p66, 1983*
- 8) Sheffield T : *Graded exercise testing(GXT) for ischemic heart disease : A submaximal test to target heart rate, in Exercise Testing and Training of Apparently healthy Individuals : A Handbook for physicians. Committee on Exercise. Newyork, American Heart Association p35, 1972*
- 9) Castellanet MJ, Greenberg PS and Ellestad MH : *Comparison of ST segment changes on exercise testing with angiographic findings in patients with prior myocardial infarction. Am J Cardiol* 42 : 29, 1978
- 10) Cole JP and Ellestad MH : *Significance of chest pain during treadmill exercise : correlation with coronary events. Am J Cardiol* 41 : 227, 1978
- 11) Zohman LR and Kattus AA : *Exercise testing in the diagnosis of coronary heart disease : A perspective. Am J Cardiol* 40 : 243, 1977
- 12) Ellestad MH and Won MKC : *Predictive implications of stress testing, follow-up 2700 subjects after maximum treadmill stress testing. Circulation* 51 : 363, 1975
- 13) Holden W, McNulty JH and la Rahimto SH : *Characterization of heart rate response to exercise in the sick sinus syndrome. Br Heart J* 40 : 923, 1978
- 14) Morris SN and McHenry PL : *The incidence and significance of exercise induced hypotension*(Abstract). *Am J Cardiol* 39 : 289, 1977
- 15) Sheps DS, Ernst JC, Briesse FW and Myerbrug RJ : *Exercise induced increase in diastolic pressure : indicator of severe coronary artery disease. Am J Cardiol* 43 : 708, 1979
- 16) Christison GW, Bonoris PE, Greenberger PS, Castellanet MJ and Ellestad MH : *Comparison of change in R-wave amplitude and ST segments in treadmill stress testing as a predictor of CAD*(abstract). *Am J Cardiol* 41 : 376, 1978
- 17) Dagenais GR, Jacques RR, Christen A and Fabia J : *Survival of patient with a strongly positive exercise electrogram. Circulation* 65 : 452, 1982
- 18) Edward KC : *Interpretation of the exercise ECG test in Exercise Electrocardiography : Practical approach. Edward KC, 2nd ed. Baltimore/London, williams and wilkins Co p164, 1983*
- 19) Chaitman BR, Waters DD, Bourassa MG, Tubau JF, Wagniar P and Ferguson RJ : *The importance of clinical subsets in interpreting maximal treadmill exercise test results : the role of multiple-lead ECG systems. Circulation* 59 : 560, 1979
- 20) Kaplan MA, Harris CN, Aronov WS, Parker DP and Ellestad MH : *Inability of the submaximal treadmill stress test to predict the location of coronary disease. Circulation* 47 : 250, 1973
- 21) Bartel AG, Behar VS, Peter RH, Orgain ES and Yihong K : *Graded exercise stress tests in angiographically documented coronary artery disease. Circulation* 49 : 348, 1974
- 22) Nahormek PA, Chahine RA, Raizner AE, Thornby JJ, Ishimori T and Montero A : *The magnitude of exercise induced ST segment depression and the predictive value of exercise testing. Clin Cardiol* 2 : 286, 1979
- 23) Weiner DA, McCabe CH and Ryan TJ : *Prognostic assessment of patients with coronary artery disease by exercise testing. Am Heart J* 105 : 749, 1983

- 24) Borer JS, Brensike JF, Rewood DR, Itscoitz SB, Passamani ER, Stone NJ, Richardson JM, Levy RI and Epstein SE : *Limitations of the electrocardiographic response to exercise in predicting coronary artery disease. N Engl J Med*, 293 : 367, 1975
- 25) Stuart JR and Ellested MH : *Upsloping ST segments in exercise stress testing. Am J Med* 37 : 19, 1976
- 26) McNeer FJ, Margolis JR, Kisslo JA, Peter RH, Yihong K, Behar VS, Wallace AG, McCant BM and Rosatl RA : *The role of the exercise test in the evaluation of patients for ischemic heart disease. Circulation* 57 : 64, 1978